



original article | UDC 621.867.133 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.38

## INVESTIGATING THE INFLUENCE OF STRAW CONTENT AND LOADING DEGREE OF THE THRESHER OF ACROS-530 AND “JD-9500” COMBINE HARVESTERS ON THE QUALITY OF THRESHING WINTER WHEAT GRAIN

**O. A. Burlaka,**

ORCID ID: [0000-0002-2296-7234](https://orcid.org/0000-0002-2296-7234), E-mail: [leksii.burlaka@pdaa.edu.ua](mailto:leksii.burlaka@pdaa.edu.ua),

**S. V. Yakhin,**

ORCID ID: [0000-0002-0042-0844](https://orcid.org/0000-0002-0042-0844), E-mail: [ergii.iakhin@pdaa.edu.ua](mailto:ergii.iakhin@pdaa.edu.ua),

**O. U. Drozhchana,**

ORCID ID: [0000-0001-8214-2624](https://orcid.org/0000-0001-8214-2624), E-mail: [olga.drozhchana@pdaa.edu.ua](mailto:olga.drozhchana@pdaa.edu.ua),

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, H. Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*The purpose of this article is to determine the influence of grain mass strawiness and loading level of the thresher of the ACROS-530 and “JD-9500” combine harvesters conducted according to the classical tangential scheme of grain threshing on the quality of separation – grain losses behind the combine harvester and impurities content of bin grain under the direct harvesting of winter wheat in agro-climatic conditions of Poltava district, Poltava region. Based on the analysis of the experimental data response surfaces were constructed, characterizing the dependence between the height of plants’ cutting  $X_1$ , cm; bin grain impurities content  $Y_1$ , %; and grain losses,  $Z_1$ , % (harvesting winter wheat by ACROS-530 and “JD-9500” combines harvesters with the speed of 4.5 km/h). It should be mentioned that for agro-technical conditions of Poltava district, the optimal cutting height varies within 5 ... 15 cm at direct harvesting of winter wheat grain and the yield up to 5 t/ha. At the same time, smaller height of cutting is recommended by agro-technical conditions for manufacturing crop growing products, and increasing the height of cutting improves the effectiveness of operating the separating mechanisms of combine harvesters. Therefore, if it is necessary to pick almost all straw, it is recommended to reduce the speed of basic combine harvester’s equipment. If part of straw is left in the field as organic fertilizers, the criteria of harvester loading are losses behind threshing unit and the content of grain impurities transported in the bin. Analyzing the experimental data, the dependences between the speed of ACROS-530 and “JD-9500” combine harvesters –  $X_1$ , km/h, the content of bin grain impurities  $Y_1$ , %, and grain losses  $Z_1$ , % at the fixed height of cutting – 7...10 cm, were revealed; it was established that the best indicators of grain threshing quality were received at traveling speed 4.5... 5 km/h. But under the identical capacity of combine harvesters per unit of the threshing set width, grain losses on the “JD-9500” combine harvester (0.5...1 %) and the content of bin grain impurities (2...3.5 %) were less in comparison with the ACROS-530 at other invariable harvesting conditions. It is stipulated by more perfect design of air-screen cleaning of the “JD-9500” harvester. It is expedient to use the obtained research results as recommendations in the work of engineering and agronomic departments when carrying out quality control and technological equipping combine harvesters, designed according to the classical scheme of the threshing-separating device, while threshing winter wheat at agricultural enterprises and on farms of Poltava district, Poltava region.*

**Keywords:** combine harvester, grain losses, threshing, grain impurities, technological adjustment, winter wheat.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СОЛОМИСТОСТІ ТА СТУПЕНЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ МОЛОТАРКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ACROS-530 ТА «JD-9500» НА ЯКІСТЬ ОБМОЛОТУ ЗЕРНА ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

*О. А. Бурлака, С. В. Яхін, О. У. Дрожжана,*

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

*Метою даної статті є визначення впливу соломистості хлібної маси та ступеня завантаження молотарки зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500», що виконані за класичною тангенціальною схемою обмолоту зерна на якість сепарації – втрати зерна за комбайном та засміченість бункерного зерна на збиранні озимої пшениці прямим комбайнуванням в агрокліматичних умовах Полтавського району Полтавської області. Експериментальні данні були отримані шляхом вимірювань змінних технологічних режимів роботи зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500». На основі аналізу експериментальних даних побудовані поверхні відгуку, що характеризують залежність між висотою зрізу рослин  $X_1$ , см; засміченістю бункерного зерна  $Y_1$ , %; та втратами зерна  $Z_1$ , % (збирання озимої пшениці комбайнами ACROS-530 та «JD-9500» на швидкості руху 4,5 км/год.). Можливо зазначити, що, для агротехнічних умов Полтавського району, при збиранні зерна озимої пшениці прямим комбайнуванням з урожайністю до 5т/га рекомендована висота зрізу знаходиться в діапазоні 5...15 см. При цьому збільшення висоти зрізу покращує ефективність роботи сепарувальних механізмів комбайнів. Тому, якщо потрібно зібрати майже всю солому, рекомендовано зменшувати швидкість руху відносно базових налаштувань комбайнів. А якщо частину соломи можливо залишити у якості органічних добрив, – критерієм завантаження комбайна є втрати за молотаркою та засміченість зерна, що транспортується в бункер. Також досліджені залежності між швидкістю руху зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» –  $X_1'$ , км/год; засміченістю бункерного зерна  $Y_1$ , %; та втратами зерна  $Z_1$ , % при фіксованій висоті зрізу – 7...10 см. Крайні показники якості обмолоту зерна отримані при швидкості руху обох комбайнів 4,5...5 км/год. Але за умов однакової, з розрахунку на одиницю ширини молотарки, пропускної спроможності комбайнів втрати зерна на комбайні «JD-9500» (на 0,5...1 % менше) та ступінь засміченості бункерного зерна (на 2...3,5 % менше) в порівнянні з комбайном ACROS-530. Це обумовлено більш досконалими конструктивними рішеннями повітряно-решітної очистки комбайну «JD-9500». Отримані нами результати досліджень у вигляді рекомендацій доцільно використовувати в роботі інженерних та агрономічних служб при проведенні контролю якості та технологічного налаштування зернозбиральних комбайнів, що сконструйовані за класичною схемою молотильно-сепарувального пристрою, на обмолоті озимої пшениці в сільськогосподарських підприємствах та фермерських господарствах Полтавського району Полтавської області.*

**Ключові слова:** зернозбиральний комбайн, втрати зерна, обмолот, забруднення зерна, технологічне пристосування, озима пшениця.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛОМИСТОСТИ И СТЕПЕНИ ЗАГРУЗКИ МОЛОТИЛКИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ACROS-530 И «JD-9500» НА КАЧЕСТВО ОБМОЛОТА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

*А. А. Бурлака, С. В. Яхин, О. У. Дрожжана,*

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

*Определено влияние содержания соломы в хлебной массе и степени загрузки молотилки зерноуборочных комбайнов ACROS-530 и «JD-9500» на качество сепарации – потери зерна за комбайном и засоренность бункерного зерна на уборке озимой пшеницы прямым способом в агроклиматических условиях Полтавского региона. Построены графические поверхности, характеризующие зависимость между высотой среза растений  $X_1$ , см; сорностью бункерного зерна  $Y_1$ , %; и потерями зерна  $Z_1$ , % (обмолот озимой пшеницы комбайнами ACROS-530 и «JD-9500» на скорости движения 4,5 км/ч). Также получены поверхности отклика, характеризующие зависимость между скоростью движения комбайнов –  $X_1'$ , км/ч; сорностью бункерного зерна  $Y_1$ , %; и потерями зерна  $Z_1$ , % с фиксированной высотой среза – 7...10 см.*

*Ключевые слова:* зерноуборочный комбайн, потери зерна, обмолот, засоренность зерна, технологическая наладка, озимая пшеница.

### Вступ

В наш час сільськогосподарське виробництво вцілому, та галузь рослинництва зокрема є складовою продовольчої безпеки України. Полтавська область займає одну з домінуючих позицій в даному напрямку. Зернопродуктовий підкомплекс залишається одним з конкурентних складових економіки регіону. При цьому вимоги до якості виробництва зерна з кожним роком зростають. Інноваційні технології спрямовані на зменшення витрат та шкідливості виробництва, вони є основою підвищення конкурентоспроможності аграрних підприємств. Особлива увага при здійсненні зерновиробництва присвячується підвищенню якості роботи зернозбиральних комбайнів [1–3]. Збиральні операції є ключовим підсумковим етапом всієї технології, тому на них акцентується особлива увага. А іноді трапляються випадки, коли осіннє поле після збирання озимої пшениці рясно зеленіє сходами втраченого зерна по причині неякісної технологічної наладки або некоректно використаної схеми молотильно-сепарувального пристрою комбайна. Тому тематика даного дослідження актуальна та має практичне спрямування.

Вирішенню теоретичних та практичних завдань з використання зернозбиральних комбайнів шляхом зменшення втрат зерна та підвищення якості обмолоту присвячені праці відомих українських та закордонних вчених: Погорілого Л. В., Сакуна В. А., Шейченка В. О., Погорільця О. М., Демко А. А., Зенко М. Д., Ліника М. К., Недовесова В. І. та ін., в їхніх працях ґрунтовно описано теоретичні, технологічні та експериментальні складові технологічних операцій обмолоту зерна [7, 9–12, 17, 19].

Теоретичні складові досліджуваної тематики розкриті в працях [1, 7, 14, 15]. Ці роботи присвячені моделюванню технологічних процесів обмолоту, сепарації та проходження зернових потоків в зернозбиральних комбайнах.

Методиці та результатам експериментальних досліджень по підвищенню якості роботи зернозбиральних комбайнів на обмолоті різних зернових, зернобобових та технічних культур просвічені праці [9, 10, 12, 14, 15, 19].

Оцінка якості роботи сучасних зернозбиральних комбайнів на обмолоті зернових культур – це багатокритеріальна складна проблема сучасного сільськогосподарського виробництва. По такому напрямку ґрунтовні дослідження викладені у працях [6, 13, 15, 16, 18].

Шляхи удосконалення конструкційних параметрів зернозбиральних комбайнів та способи покращення технологічних складових операційної технології обмолоту зерна описуються в дослідженнях [4, 5, 8, 9, 14, 18].

Крім сказаного, адаптивність та порівняння технологій обмолоту зерна та збирання незернової частини розглянуті Шейченком В. О., Недовесовим В. І., Дубровіним В. О. та ін. відомих вчених у працях [6, 11, 17, 18].

Але в наш час наслідками зміни клімату є мінливість агротехнічних умов збирання зернових культур. Тому тема даного дослідження залишається актуальною, а вимоги до умов роботи зернозбиральних комбайнів потребують подальшого вдосконалення і адаптації до конкретного сільськогосподарського регіону, навіть в деяких випадках – визначеного сільськогосподарського підприємства.

Також питанням якості обмолоту як товарного, так і насінневого зерна комбайнами, присвячено ряд праць у міжнародних виданнях [20–23, 25–27]. Такі дослідження акцентують увагу взаємодії робочих органів молотильно-сепарувального пристрою з хлібною масою. Описані методики експериментальних досліджень по впливу основних технологічних характеристик зернозбиральних комбайнів на засміченість, дроблення, компресійне та абразивне пошкодження зерна, погіршення насінневих характеристик.

*Метою* досліджень даної роботи є з'ясування впливу соломистості хлібної маси та ступеня завантаження молотарки зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500», що виконані за класичною тангенціальною схемою обмолоту зерна, на якість сепарації – втрат зерна за комбайном та засміченість бункерного зерна на збиранні озимої пшениці прямим комбайнуванням в агрокліматичних умовах Полтавського району Полтавської області для підвищення ефективності використання таких комбайнів та обґрунтування кращих технологічних режимів обмолоту зерна.

Для досягнення поставленої мети за результатами експериментів з використанням зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500», а також додаткового лабораторного обладнання необхідно

вирішити наступні завдання:

- запропонувати методику експериментальних досліджень та випробувань зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» по вивченню залежності між висотою зрізу рослин, засміченістю бункерного зерна та втратами зерна;

- запропонувати методику експериментальних досліджень та випробувань зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» по вивченню залежностей між швидкістю руху зернозбирального комбайна, засміченістю бункерного зерна та втратами зерна;

- провести заплановані експериментальні дослідження із використанням прикладних комп'ютерних програм (наприклад STATISTICA), провести аналіз результатів з метою визначення кращих параметрів обмолоту зерна досліджуваними комбайнами;

- розробити практичні рекомендації по зменшенню втрат зерна при обмолоті озимої пшениці прямим комбайнуванням зернозбиральними комбайнами ACROS-530 та «JD-9500» для сільськогосподарських підприємств Полтавського району Полтавської області.

### **Матеріали і методи досліджень**

При виконанні досліджень за даною публікацією, використані методи математичного та статистичного аналізу. Такі методи були використані під час обробки результатів експериментальних досліджень, що проведені як пошук оптимальних технологічних режимів роботи зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» при обмолоті озимої пшениці прямим комбайнуванням.

Проведення експериментальних досліджень було здійснено на полях посіву озимої пшениці в Державному підприємстві дослідному господарстві «Степне» Полтавської дослідної сільськогосподарської станції ім. М. Вавилова Інституту свинарства та агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України Полтавського району Полтавської області (ДПДГ «Степне») та полях Виробничого сільськогосподарського кооперативу «Злагода» Полтавського району Полтавської області (ВСК «Злагода»).

При проведенні багатофакторних експериментів початкові умови були наступні: культура, що збирається комбайнами – озима пшениця, середня урожайність в межах 4,5...5,0 т/га, вологість – 12 %, площа поля – 200 га. Комбайни, що збирають врожай – ACROS-530, та «JD-9500». Спосіб збирання – пряме комбайнування з розкиданням незернової частини врожаю по полю.

Перша частина досліджень проведена як вимірювання та обчислення експериментальних залежностей між висотою зрізу рослин, засміченістю бункерного зерна та втратами зерна комбайнами.

Друга частина досліджень проведена щодо встановлення експериментальної залежності по визначенню ступеня впливу швидкості руху зернозбирального комбайна на показники якості його роботи – втрати зерна та засміченість бункерного зерна.

Зернозбиральні комбайни, що брали участь у експерименті, обладнані гідростатичною трансмісією, тому особливих проблем по варіюванню швидкості руху з такими сільськогосподарськими машинами не було.

Змінювати висоту зрізу озимої пшениці також можливо без складнощів з урахуванням конструктивних особливостей обох машин – за допомогою основної гідравлічної системи зернозбиральних комбайнів.

Зміна швидкості руху зернозбиральними комбайнами проходила в діапазоні 1...9 км/год, висоти зрізу 2...25 см. Такі діапазони вимірювальних та змінних нами величин зумовлені з одної сторони біологічними властивостями озимої пшениці, а саме висотою хлібостою, та технічними характеристиками досліджуваних зернозбиральних комбайнів ACROS-530, та «JD-9500».

Втрати зерна за зернозбиральними комбайнами визначалась шляхом пошуку та зважування втрачених насінин з полоси, шириною 1 м, та довжиною, що дорівнювала робочій ширині захвата жатки комбайнів, з подальшим перерахунком втрат у відсотках відносно середньої урожайності сільськогосподарської культури – пшениці озимої.

Вимірювання засміченості проводиться шляхом визначення маси домішок в пробі зерна, що транспортується в бункер зернозбирального комбайна при фіксованій або визначеній швидкості руху та висоті зрізу.

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Усереднені результати за десятьма повторами задля встановлення залежності між висотою зрізу

---



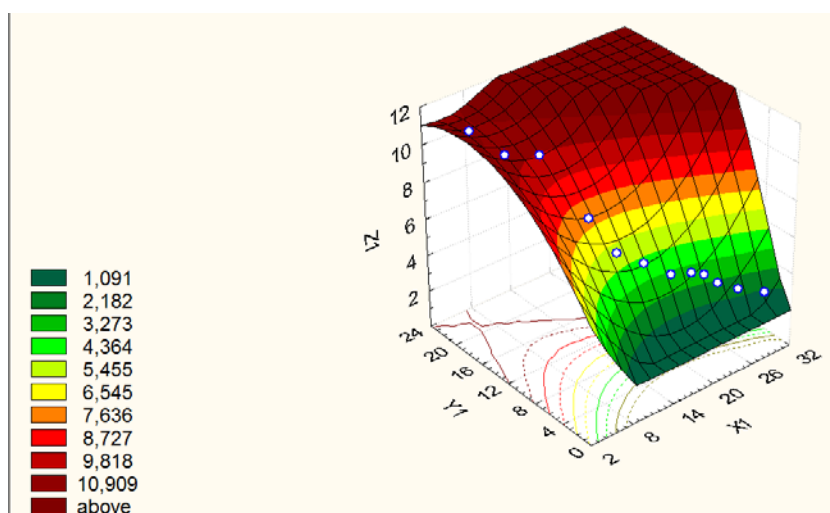
## ТЕХНІЧНІ НАУКИ

рослин,  $X_1$ , см засміченістю бункерного зерна  $Y_1$ , % та втратами зерна  $Z_1$ , % на збиранні озимої пшениці комбайном ACROS-530 (швидкість руху – 4,5 км/год), подано в табл. 1.

**1. Результати проведення експерименту – середні значення, щодо встановлення залежності між висотою зрізу рослин  $X_1$ , см; засміченістю бункерного зерна  $Y_1$ , %; та втратами зерна  $Z_1$ , % на збиранні озимої пшениці комбайном ACROS-530 (швидкість руху – 4,5 км/год)**

№ випробування	$X_1$ – висота зрізу, см	$Y_1$ – засміченість, %	$Z_1$ – втрати зерна, %
1	5,0	20,0	11,0
2	7,0	17,0	10,0
3	10,0	15,0	10,0
4	12,0	10,0	7,0
5	14,0	8,0	5,0
6	17,0	7,0	4,0
7	20,0	6,0	3,0
8	22,0	5,0	3,0
9	24,0	5,0	2,5
10	25,0	4,0	2,0

На основі експериментальних даних з табл. 1 нами отримано поверхню відгуку, що характеризує залежність між висотою зрізу рослин  $X_1$ , см; засміченістю бункерного зерна  $Y_1$ , %; та втратами зерна  $Z_1$ , % на збиранні озимої пшениці комбайном ACROS-530 при фіксованій швидкості руху – 4,5 км/год).



**Рис. 1. Поверхня відгуку, що характеризує залежність між висотою зрізу рослин  $X_1$ , см; засміченістю бункерного зерна  $Y_1$ , %; та втратами зерна  $Z_1$ , % на збирання озимої пшениці комбайном ACROS-530 з фіксованою швидкістю руху 4,5 км/год**

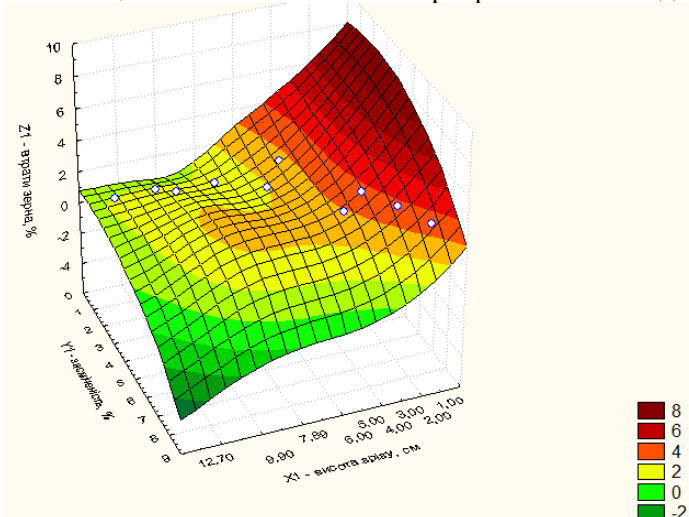
На основі аналізу даної поверхні відгуку (рис. 1), збирання озимої пшениці комбайном ACROS-530, можливо зазначити, що для умов Полтавського району Полтавської області при обмолоті зерна прямим комбайнуванням з урожайністю до 5 т/га рекомендована висота зрізу знаходиться в діапазоні 5...15 см. При цьому менша висота зрізу рекомендована агротехнічними умовами виробництва сільськогосподарської продукції рослинництва, а більша – ефективною роботою сепарувальних механізмів зернозбиральних комбайнів. Тому, якщо потрібно зібрати майже всю солому, тоді механізатору рекомендовано зменшувати швидкість руху відносно агротехнічних вимог. А якщо частину соломи можливо залишити у якості органічних добрив, – критерієм завантаження комбайна є втрати за молотаркою та засміченість зерна, що транспортується в бункер.

Усереднені результати за десятьма, або більше, повторами щодо встановлення залежності між висотою зрізу рослин,  $X_1$ , см засміченістю бункерного зерна  $Y_1$ , % та втратами зерна  $Z_1$ , % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500» (швидкість руху – 5 км/год), подано в табл. 2.

**2. Результати проведення експерименту – середні значення щодо встановлення залежності між висотою зрізу рослин X1, см; засміченістю бункерного зерна Y1, %; та втратами зерна Z1, % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500»**

№ випробування	X1 – висота зрізу, см	Y1 – засміченість, %	Z1 – втрати зерна, %
1	1,00	7,90	3,50
2	2,00	6,90	3,80
3	3,00	5,70	3,70
4	4,00	5,90	2,90
5	5,00	2,30	2,70
6	6,00	2,90	1,90
7	7,89	1,60	1,30
8	9,90	1,70	1,40
9	10,70	1,20	1,20
10	12,70	1,00	1,00

На основі експериментальних даних з табл. 2 нами отримано поверхню відгуку, що характеризує залежність між висотою зрізу рослин X1, см; засміченістю бункерного зерна Y1, %; та втратами зерна Z1, % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500» при фіксованій швидкості руху – 4,5 км/год).



**Рис. 2. Поверхня відгуку, що характеризує залежність між висотою зрізу рослин X1, см; засміченістю бункерного зерна Y1, %; та втратами зерна Z1, % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500», швидкість руху – 4,5 км/год**

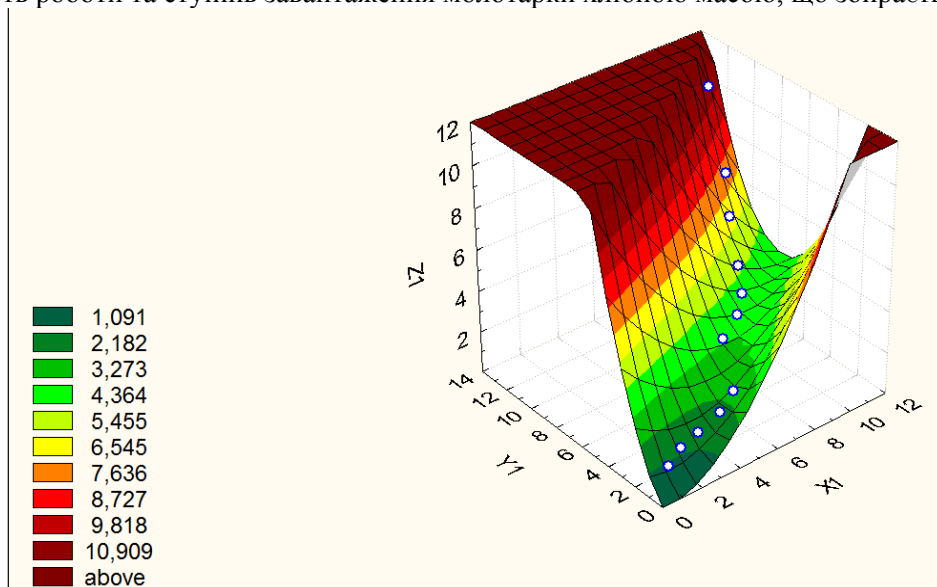
На основі аналізу даної поверхні відгуку (рис. 2), що побудована за технологічними експериментальними даними по збиранню озимої пшениці комбайном «JD-9500», можливо зазначити що для умов Полтавського району Полтавської області при здійсненні обмолоту прямим комбайнуванням з урожайністю до 5 т/га рекомендована висота зрізу знаходиться в діапазоні 7...15 см., що дещо вище в порівнянні з технологічними режимами роботи комбайна ACROS-530. Останнє є наслідком вужчої ширини молотарки комбайну «JD-9500». В розглянутому випадку також менша висота зрізу рекомендована агротехнічними умовами виробництва сільськогосподарської продукції рослинництва, а більша – ефективною роботою сепарувальних механізмів зернозбиральних комбайнів. Тобто на цьому етапі експериментальних досліджень маємо ідентичну картину з комбайном ACROS-530, але вимірні нами втрати зерна за комбайном «JD-9500» дещо менші, особливо в межах відхилень від рекомендованих номінальних заводських регулювань.

Наступна частина експериментальних досліджень проведена нами як встановлення залежності між швидкістю руху зернозбирального комбайна, X1', засміченістю бункерного зерна Y1, та втратами зерна Z1 на збиранні озимої пшениці комбайном ACROS-530. результати технологічних вимірювань роботи комбайна подано в табл. 3.

**3. Результати проведення експерименту - середні значення щодо встановлення залежності між швидкістю руху зернозбирального комбайна,  $X1'$ , км/год; засміченістю бункерного зерна  $Y1$ , %; та втратами зерна  $Z1$ , % на збиранні озимої пшениці комбайном ACROS-530**

№ випробування	$X1'$ – швидкість руху, км/год	$Y1$ – засміченість, %	$Z1$ – втрати зерна, %
1	1,0	1,0	1,0
2	2,0	1,5	1,2
3	3,0	1,7	1,4
4	4,0	1,5	2,0
5	5,0	1,9	2,4
6	6,0	4,0	3,5
7	7,5	5,0	3,6
8	8,5	6,0	3,8
9	9,0	7,0	4,5
10	10,	9,0	5,7

Якщо мати ідентичні умови збирання врожаю, а саме прийняти незмінну робочу ширину захвату жатки комбайна, то швидкість руху зернозбиральної машини є домінуючим параметром впливу на продуктивність роботи та ступінь завантаження молотарки хлібною масою, що збирається з поля.



**Рис. 3. Поверхня відгуку, що характеризує залежність між швидкістю руху зернозбирального комбайна  $X1'$ , км/год; засміченістю бункерного зерна  $Y1$ , %; та втратами зерна  $Z1$ , %.**  
(Збирання озимої пшениці, комбайн ACROS-530) (висота зрізу – 7...10 см)

Поверхня відгуку, що характеризує залежність між швидкістю руху зернозбирального комбайна ACROS-530 –  $X1'$ , км/год; засміченістю бункерного зерна  $Y1$ , %; та втратами зерна  $Z1$ , % на збиранні озимої пшениці при встановленій висоті зрізу – 7...10 см, подана на рис. 3.

Аналізуючи таку поверхню, можливо визначити оптимальну швидкість руху в діапазоні 4,5...5 км/год. В такому режимі роботи комбайна ми отримали за даних умов збирання врожаю мінімально можливі втрати зерна за комбайном та задовільні параметри чистоти (засміченості) бункерного зерна.

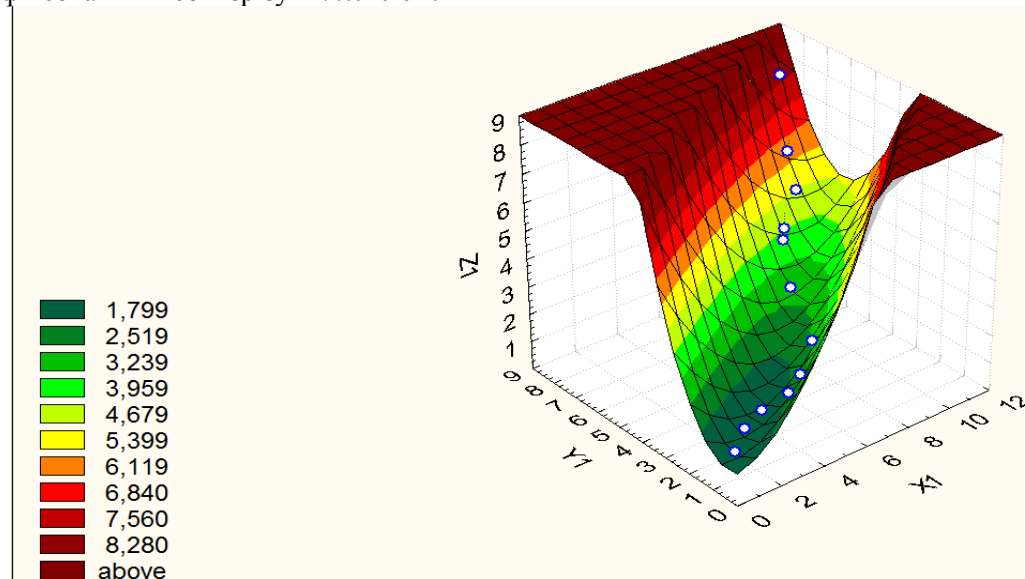
Результати проведення експерименту – середні значення щодо встановлення залежності між швидкістю руху зернозбирального комбайна  $X1'$ , км/год; засміченістю бункерного зерна  $Y1$ , %; та втратами зерна  $Z1$ , % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500» прямим комбайнуванням подано в табл. 4.

**4. Результати проведення експерименту – середні значення щодо встановлення залежності між швидкістю руху зернозбирального комбайна  $X1'$ , км/год; засміченістю бункерного зерна  $Y1$ , %; та втратами зерна  $Z1$ , % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500» прямим комбайнуванням**

№ випробування	$X1'$ – швидкість руху, км/год	$Y1$ – засміченість, %	$Z1$ – втрати зерна, %
1	1,0	1,5	1,3
2	2,0	1,3	1,2
3	3,0	1,7	1,4
4	4,0	1,5	1,8
5	5,0	1,9	1,9
6	6,0	2,3	2,6
7	7,5	4,5	2,9
8	8,5	5,7	3,7
9	9,0	6,1	3,8
10	10,0	6,5	4,7

Якщо порівнювати такі експериментальні дані з технологічними результатами роботи комбайна ACROS-530, то маємо майже тотожні режими, але втрати зерна в межах 0,5...1 % менше за комбайном «JD-9500».

Графічна інтерпретація експериментальних значень з табл. 4 подана у вигляді поверхні відгуку, що характеризує залежність між швидкістю руху зернозбирального комбайна «JD-9500»  $X1'$ , км/год; засміченістю бункерного зерна  $Y1$ , %; та втратами зерна  $Z1$ , % на збиранні озимої пшениці при встановленій фіксованій висоті зрізу – 7...10 см.



**Рис. 4. Поверхня відгуку, що характеризує залежність між швидкістю руху зернозбирального комбайна  $X1'$ , км/год; засміченістю бункерного зерна  $Y1$ , %; та втратами зерна  $Z1$ , % – збирання озимої пшениці, комбайн «JD-9500», висота зрізу – 7...10 см.**

Але за умов однакової пропускної спроможності – однакова ширина захвату жатками комбайнів, втрати зерна на комбайні «JD-9500» та ступінь засміченості бункерного зерна в порівнянні з комбайном ACROS-530 має дещо кращі параметри (на 0,5...1 % та 2...3,5 % відповідно) при незмінних інших умовах збирання врожаю. Це обумовлено більш досконалими конструктивними рішеннями повітряно-решітної очистки комбайну «JD-9500» – застосуванням каскадних по висоті та секційних по ширині повітряних потоків вентиляторів очищення дрібного вороху, а також використанням дворядіусного підбарабання молотарки. Такі технологічні та конструктивні рішення, або більш перспективні доцільно використовувати на зернозбиральних комбайнах вітчизняного виробництва типу «Славутич» та «Скиф» при подальшому удосконаленню сепарувальних систем.



Результати досліджень двофакторних моделей експерименту підтверджують попередні припущення щодо пошуку та визначення на полі оптимального співвідношення між ступенем завантаження зернозбирального комбайну, та якістю обмолоту зерна. Останнє визначено шляхом вимірювання втрати за комбайном та ступінню засміченості зерна в бункері.

Тобто нами отримано підтвердження гепотизи, що стандартні рекомендації щодо технологічної налашки зернозбиральних комбайнів не завжди оптимально відповідають конкретним умовам збирання врожаю. Тому перевірку якості технологічної налашки таких марок сільськогосподарської техніки необхідно проводити кожен раз у полі перед початком зміни або на початку збирання іншої культури.

### Висновки

На основі аналізу експериментальних даних та отриманих поверхонь відгуку, що характеризують залежність між висотою зрізу рослин  $X_1$ , см; засміченістю бункерного зерна  $Y_1$ , %; та втратами зерна  $Z_1$ , % (збирання озимої пшениці комбайнами ACROS-530 та «JD-9500» на швидкості руху 4,5 км/год.), можливо зазначити що для агротехнічних умов сільськогосподарських угідь Полтавського району Полтавської області при збиранні зерна озимої пшениці прямим комбайнуванням з урожайністю до 5 т/га рекомендована висота зрізу знаходиться в діапазоні 5...15 см. При цьому менша висота зрізу рекомендована агротехнічними умовами виробництва сільськогосподарської продукції рослинництва, а більша – ефективною роботою сепарувальних механізмів зернозбиральних комбайнів. Тому, якщо потрібно зібрати майже всю солому, тоді механізатору рекомендовано зменшувати швидкість руху відносно агротехнічних вимог. А якщо частину соломи можливо залишити у якості органічних добрив, – критерієм завантаження комбайна є втрати за молотаркою та засміченість зерна, що транспортується в бункер. При аналізі експериментальних даних та поверхонь відгуку, що характеризують залежність між швидкістю руху зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» –  $X_1'$ , км/год; засміченістю бункерного зерна  $Y_1$ , %; та втратами зерна  $Z_1$ , % з фіксованою висотою зрізу – 7...10 см., кращі показники якості обмолоту зерна отримані при швидкості руху 4,5...5 км/год. Але за умов однакової питомої (на одиницю ширини молотарки) пропускної спроможності комбайнів втрати зерна на комбайні «JD-9500» та ступінь засміченості бункерного зерна в порівнянні з комбайном ACROS-530 має дещо кращі параметри (на 0,5...1 % та 2...3,5 % відповідно) при незмінних інших умовах збирання врожаю. Це обумовлено більш досконалими конструктивними рішеннями повітряно-решітної очистки комбайну «JD-9500» – застосуванням каскадних по висоті та секційних по ширині повітряних потоків, що створюються вентиляторами очищення дрібного вороху, а також за рахунок використання двохрадіусного підбарабання.

*Перспективи подальших досліджень.* На основі вищесказаного, такі технологічні рішення, або більш перспективні доцільно використовувати на зернозбиральних комбайнах вітчизняного виробництва типу «Славутич» та «Скіф» при подальшому удосконаленню їхніх способів використання та покращенню конструкцій молотильно-сепарувальних систем.

### References

1. Burlaka, O. A., & Yakhin, S. V. (2018). Pidvyshchennia efektyvnosti roboty skrebkovykh elevatoriv z vidtsentrovym typtom rozvantazhennia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (4), 195–200. doi:10.31210/visnyk2018.04.31 [In Ukrainian].
2. Burlaka, O. A., Yakhin, S. V., & Dudnyk, V. V. (2019). Eksperymentalni doslidzhennia protsesu transportuvannia zerna elevatorom zernozbyralnoho kombainu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 232–240. doi:10.31210/visnyk2019.01.28 [In Ukrainian].
3. Burlaka, O. A., Yakhin, S. V., Dudnik, V. V., Ivankova, O. V., & Drozhchana, O. U. (2019). Bagatokriterialnij vibir suchasnykh zernozbiralnykh kombainiv. Analitichni aspekty. *Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko*, 199, 5–20 [In Ukrainian].
4. Derevyanko, D. A. (2014). Vplyv nadhodzhennya hlibnoyi masi v molotilnij aparat pid chas obmolochnuvannya na travmuvannya nasinnya. *Visnyk agrarnoyi nauki*, 8, 53–56 [In Ukrainian].
5. Derevyanko, D., & Derevyanko, O. (2016). Vplyv tehnychnykh zasobiv ta komponentiv zernovogo vorohu na travmu i yakist nasinnya. *Tehnika i tehnologiyi APK*, 6, 17–20 [In Ukrainian].
6. Dubrovin, V. O., Demko, A. A., Nadtochij, O. V., Demko, O. A. (2012). Tehniko-ekonomichna ocinka rivnya suchasnykh zernozbiralnykh kombainiv. *Naukovij visnyk Nacionalnogo universitetu bioresursiv i*

*prirodokoristuvannya Ukrayini*, 170 (1), 51–60 [In Ukrainian].

7. Zenko, M. D., & Nyedovysev, V. I. (2013). Analitichne modelyuvannya vtrat zerna za molotarkoyu v zalezhnosti vid umov roboti zernozbiralnogo kombajna. *Mehanizaciya i elektrifikaciya silskogo gospodarstva*, 97 (1), 483–488 [In Ukrainian].

8. Kushnaryov, A., Kravchuk, V., & Lezhenkin, A. (2010). Problemy sovershenstvovaniya tehnologii uborki zernovyh. *Tehnika i tehnologiyi APK*, 2, 6–12 [In Russian].

8. Kravchuk, V., & Zanko, M. (2013). Doslidzhennya vtrat zerna za molotarkoyu zernozbiralnogo kombajna. *Tehnika i tehnologiyi APK*, 5, 8–12 [In Ukrainian].

10. Linnik, M. K., Sirenko, V. F., & Zhabko, A. I. (2013). Eksperimentalni doslidzhennya vtrat nasinnya ripaku pri zbiranni zernozbiralnimi kombajnami pryamim kombajnuvannyam posiviv. *Silskogospodarski mashini*, 24, 201–209 [In Ukrainian].

11. Nyedovysev, V. I., & Zanko, M. D. (2012). Grafichne i matematichne modelyuvannya pokaznika «Ob'yem bunkera zernozbiralnogo kombajna». *Mehanizaciya i elektrifikaciya silskogo gospodarstva*, 96, 240–246 [In Ukrainian].

12. Pogorilij, L., Ivasyuk, V., & Solomaha, O. (2002). Do praktichnoyi realizaciyi monitoringu gruntiv u sistemi tochnogo zemlerobstva. *Tehnika APK*, 10–11 (zhovten-listopad), 8–9 [In Ukrainian].

13. Rozhanskij, O., Harenko, M., Kremsal, V., & Lisak, O. (2010). Ocinka yakosti roboti zernozbiralnih kombajniv u gospodarstvah Ukrayini. *Tehnika i tehnologiyi APK*, 5, 28–31 [In Ukrainian].

14. Samigullin, D. K., Hafizov, R. N., Tuhvatullin, A. A., & Hafizov, K. A. (2012). Metodika i rezultaty eksperimentalnyh issledovanij poter zerna na uborke. *Hranenie i pererabotka zerna*, 2, 17–20 [In Russian].

15. Smolinskij, S. V. (2016). Metodologichni principy ocinki effektivnosti roboti zernozbiralnih kombajniv. *Visnik Harkivskogo nacionalnogo tehničnogo universitetu silskogo gospodarstva imeni Petra Vasilenka*, 170, 134–137 [In Russian].

16. Smolinskij, S. V., & Mironenko, V. G. (2012). Robochij proces zernozbiralnogo kombajna yak ob'ekt adaptaciyi. *Zbirnik naukovih prac Vinnickogo nacionalnogo agrarnogo universitetu*, 11 (2), 265–269 [In Ukrainian].

17. Shejchenko, V. O., Anelyak, M. M., & Tolstushko, M. M. (2013). Obgruntuvannya se paruyuchoyi poverhni reshit zernozbiralnih kombajniv. *Silskogospodarski mashini*, 26, 151–156 [In Ukrainian].

18. Shejchenko, V., Anelyak, M., & Kuzmich, A. (2016). Gnuchke zbirannya. *The Ukrainian Farmer*, 11, 122–124 [In Ukrainian].

19. Shejchenko, V., Anelyak, M., & Kuzmich, A. (2016). Vyzov prinyat! Kak umenshit sebestoimost uborki zernovyh kultur sovremennymi kombajnami. *Zerno*, 4, 114–116 [In Russian].

20. Choi, M.-C., Lee, K.-H., Jang, B.-E., Kim, Y.-J., Chung, S.-O., Lee, J.-S., & Chung, S.-O. (2018). Grain flow rate sensing for a 55 kW full-feed type multi-purpose combine. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11 (5), 206–210. doi:10.25165/j.ijabe.20181105.2686.

21. Fiscus, D. E. Foster, G. H. & Kaufmami, H. H. (1971). Physical Damage of Grain Caused by Various Handling Techniques. *Transactions of the ASAE*, 14 (3), 0480–0485. doi:10.13031/2013.38319.

22. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association. Document 05-2010-OM. Edition 2011. (2011). *International Seed Testing Association*. Bassersdorf/Switzerland.

23. Menezes, P. C. de, Silva, R. P. da, Carneiro, F. M., Girio, L. A. da S., Oliveira, M. F. de, & Voltarelli, M. A. (2018). Can combine headers and travel speeds affect the quality of soybean harvesting operations? *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22 (10), 732–738. doi:10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p732-738.

24. Shahbazi, F., Valizadeh, S., & Dowlatshah, A. (2012). Mechanical damage to wheat and triticale seeds related to moisture content and impact energy. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 14 (4), 682–1130.

25. Sheichenko, V. O., Kuzmych, A. Ya., Shevchuk, M. V., & Shevchuk, V. V., Belovod, O. I. (2019). Research of quality indicators of wheat seeds separated by prethreshing device. *Agricultural Engineering*, 57 (1), 157–164.

26. Špokas, L., Adamčuk, V., Bulgakov, V., & Nozdrovický, L. (2016). The experimental research of combine harvesters. *Research in Agricultural Engineering*, 62 (3), 106–112. doi:10.17221/16/2015-rae.

27. Zieliński, A., & Moś, M. (2009). Effects of seed moisture and the rotary speed of a drum on the germination and vigour of naked and husked oat cultivars. *Cereal Research Communications*, 37 (2), 277–286. doi:10.1556/crc.37.2009.2.16.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2019 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Бурлака О. А., Яхін С. В., Дрожжана О. У. Дослідження впливу солоmistості та ступеня завантаження молотарки зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» на якість обмолоту зерна озимої пшениці. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 293–303.

© Бурлака Олексій Анатолійович, Яхін Сергій Валерійович, Дрожжана Ольга Урешівна, 2019